

DERWENT-ACC-NO: 2003-146653

DERWENT-WEEK: 200314

COPYRIGHT 2006 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Multi-start gyrator mechanism of screw hydraulic machine

INVENTOR: BOBROV, M G; KOCHNEV, A M ; KOROTAEV YU, A ; SUSLOV, V F ; TSEPKOV, A V

PATENT-ASSIGNEE: BUROVAYA TEKHNIKA STOCK CO[BUROR]

PRIORITY-DATA: 2001RU-0103176 (February 2, 2001)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
RU <u>2194880</u> C2	December 20, 2002	N/A	000	F04C 002/16

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
RU 2194880C2	N/A	2001RU-0103176	February 2, 2001

INT-CL (IPC): F04C002/16, F04C005/00

ABSTRACTED-PUB-NO: RU 2194880C

BASIC-ABSTRACT:

NOVELTY - Mechanism has stator with internal helical teeth made of elastoplastic material and rotor with external helical teeth. Number of stator teeth is greater than the number of rotor teeth by one. Axis of stator is displaced relative to the axis of rotor by value of eccentricity equal to half of tooth depth. End face profile of teeth of one of members is made as envelope of basic rack inscribed by equidistant curve of shortened cycloid with displacement. End face profile of teeth of other member comprises equidistant curve of envelope of first member rolling over centroids without slipping, and equidistance being equal to half of diameter interference in engagement.

USE - Oil producing industry, for use in screw pumps for production of oil and transfer of liquid and in general-purpose screw hydraulic machines.

ADVANTAGE - Improved reliability and increased service life of mechanism. Invention provides uniform interference at all phases of contact of stator and rotor teeth.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/1

TITLE-TERMS: MULTI START GYRATORY MECHANISM SCREW HYDRAULIC MACHINE

DERWENT-CLASS: H01 Q56

CPI-CODES: H01-D03;

**SECONDARY-ACC-NO:**

CPI Secondary Accession Numbers: C2003-037673

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N2003-115733



(19) RU (11) 2 194 880 (13) C2  
(51) МПК<sup>7</sup> F 04 C 2/16, 5/00

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 2001103176/06, 02.02.2001

(24) Дата начала действия патента: 02.02.2001

(46) Дата публикации: 20.12.2002

(56) Ссылки: SU 1595105 A1, 20.12.1999. RU 2075589 C1, 20.03.1997. RU 2144618 C1, 20.01.2000. US 3912426 A, 14.10.1975. GB 2084254 A, 07.04.1982. FR 2349729 A, 30.12.1977. ГУСМАН М.Т. и др. Забойные винтовые двигатели для бурения скважин. - М.: Недра, 1981, с. 41-44, рис. 19, 21.

(98) Адрес для переписки:  
614000, г.Пермь, ул. Карлинского, 24,  
Пермский филиал ВНИИБТ ОАО НПО "Буровая  
техника", В.В.Королеву

(71) Заявитель:

Открытое акционерное общество  
Научно-производственное объединение  
"Буровая техника"

(72) Изобретатель: Коротаев Ю.А.,  
Цепков А.В., Кочнев А.М., Бобров М.Г., Суслов  
В.Ф.

(73) Патентообладатель:

Открытое акционерное общество  
Научно-производственное объединение  
"Буровая техника"

(54) МНОГОЗАХОДНЫЙ ГЕРОТОРНЫЙ МЕХАНИЗМ ВИНТОВОЙ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ МАШИНЫ

(57)

Изобретение относится к технике строительства скважин и может быть использовано в винтовых насосах для добычи нефти и перекачивания жидкости, а также в винтовых гидромашинках общего назначения. Механизм содержит статор с внутренними винтовыми зубьями, выполненными из упругоэластичного материала, и ротор с наружными винтовыми зубьями. Число зубьев статора выполнено на единицу больше числа зубьев ротора, а ось статора смешена относительно оси ротора на величину эксцентрикитета, равную половине высоты зубьев. Торцовый профиль зубьев одного из элементов выполнен как огибающая исходного контура рейки, очерченной эквидистантой укороченной циклоиды со смещением. Торцовый профиль зубьев другого элемента огибается в виде эквидистанты огибающей первого элемента при обкатывании без проскальзывания их центроид, а величина эквидистантности составляет половину величины диаметрального натяга в зацеплении. Обеспечивается равномерный натяг во всех фазах контакта зубьев статора и ротора, что повышает надежность и долговечность механизма. 4 ил.

R U 2 1 9 4 8 8 0 C 2

R U 2 1 9 4 8 8 0 C 2

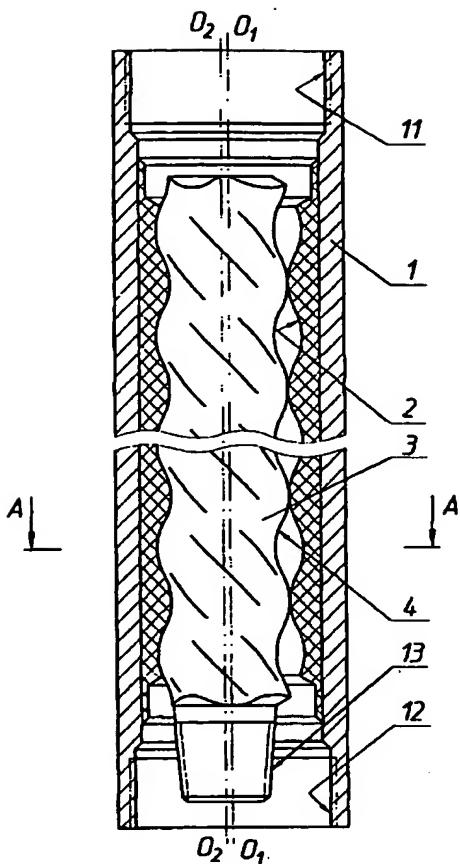


Fig. 1

R U 2 1 9 4 8 8 0 C 2

R U 2 1 9 4 8 8 0 C 2



(19) RU (11) 2 194 880 (13) C2  
(51) Int. Cl.<sup>7</sup> F 04 C 2/16, 5/00

RUSSIAN AGENCY  
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: 2001103176/06, 02.02.2001

(24) Effective date for property rights: 02.02.2001

(46) Date of publication: 20.12.2002

(98) Mail address:  
614000, g.Perm', ul. Karpinskogo, 24,  
Permskij filial VNIIBT OAO NPO "Burovaja  
tekhnika", V.V.Korolevu

(71) Applicant:  
Otkrytoe aktsionernoe obshchestvo  
Nauchno-proizvodstvennoe ob"edinenie  
"Burovaja tekhnika"

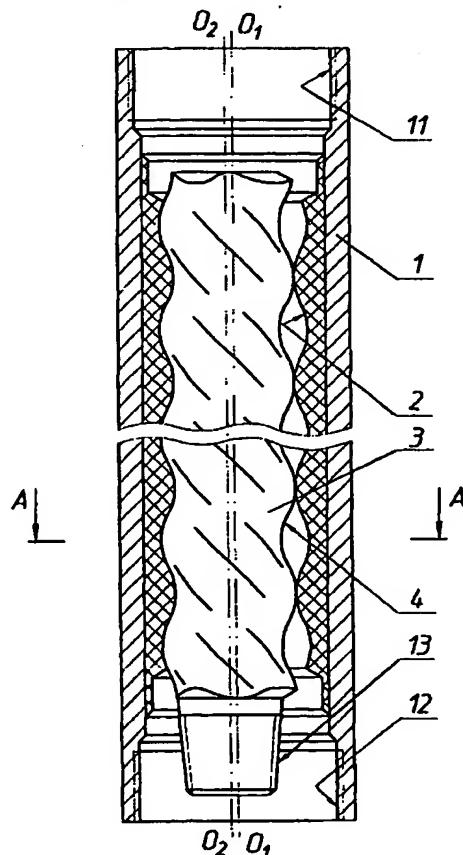
(72) Inventor: Korotaev Ju.A.,  
Tsepkov A.V., Kochnev A.M., Bobrov  
M.G., Suslov V.F.

(73) Proprietor:  
Otkrytoe aktsionernoe obshchestvo  
Nauchno-proizvodstvennoe ob"edinenie  
"Burovaja tekhnika"

(54) MULTISTART GYRATOR MECHANISM OF SCREW HYDRAULIC MACHINE

(57) Abstract:

FIELD: oil producing industry. SUBSTANCE:  
invention relates to construction of wells  
and it can be used in screw pumps for  
production of oil and transfer of liquid and  
in general-purpose screw hydraulic machines.  
Proposed mechanism has stator with internal  
helical teeth made of elastoplastic material  
and rotor with external helical teeth.  
Number of stator teeth is greater than  
number of rotor teeth by one. Axis of stator  
is displaced relative of axis of rotor by  
value of eccentricity equal to half of tooth  
depth. End face profile of teeth of one of  
members is made as envelope of basic rack  
inscribed by equidistant curve of shortened  
cycloid with displacement. End face profile  
of teeth of other member is made in form if  
equidistant curve of envelope of first  
member rolling over centroids without  
slipping and equidistance being equal to  
half of diametral interference in  
engagement. Invention provides uniform  
interference at all phases of contact of  
stator and rotor teeth. EFFECT: improved  
reliability and increased service life of  
mechanism. 4 dwg



RU 2 1 9 4 8 8 0 C 2

RU 2 1 9 4 8 8 0 C 2

Изобретение относится к технике строительства скважин, а именно к героторным механизмам винтовых забойных двигателей для бурения нефтяных и газовых скважин, и может быть использовано в винтовых насосах для добычи нефти и перекачивания жидкости, а также в винтовых гидромашинах общего назначения (насосах, моторах или компрессорах).

Известен многозаходный винтовой героторный механизм (см. М.Т. Гусман, Д. Ф. Балденко, А. М. Кочнев, С.С. Никомаров. Забойные винтовые двигатели для бурения скважин. М.: Недра, 1981, с. 41-44, рис. 19, 21), включающий статор с внутренними винтовыми зубьями, выполненными из упругоэластичного материала, например из резины, и ротор с наружными винтовыми зубьями. Число зубьев статора на единицу больше числа зубьев ротора. Ось статора смещена относительно оси ротора на величину эксцентричности, равную половине высоты зубьев. Торцовый профиль статора выполнен как эквидистант укороченной гипоциклоиды, а профиль ротора - как огибающая профиля статора при взаимном обкатывании по рабочим центроидам.

Недостатком известного героторного механизма является то, что профили ротора и статора строятся как специальные, пригодные лишь для данного конкретного механизма. Изменение диаметральных размеров, числа зубьев у элементов механизма приводит к необходимости проектирования и изготовления нового зуборезного инструмента.

Указанный недостаток частично устранен в известном героторном механизме винтового забойного двигателя (см. пат. СССР 1595105, М.кл. F 04 C 2/16, опубл. 20.12.1999 г.), содержащем элементы в виде статора с внутренними винтовыми зубьями, выполненными из упругоэластичного материала, например из резины, и ротора с наружными винтовыми зубьями. Зубья статора и ротора имеют разницу их чисел, равную единице. Ось статора смещена относительно оси ротора на величину эксцентричности, равную половине высоты зубьев. Торцовые профили ротора и статора выполнены в виде огибающих общего исходного контура рейки, очерченного по эквидистанте укороченной циклоиды, со смещениями общего исходного контура при образовании профилей зубьев статора и ротора. Диаметральный натяг обеспечивается за счет разницы смещений исходного контура при образовании профилей зубьев ротора и статора.

Недостатком известного героторного механизма является то, что профили ротора и статора, построенные от общего исходного контура рейки, имеют погрешности взаимоогибания и неравномерный натяг, в результате чего во внеполюсных зонах контакта зубьев статора и ротора возникают зазоры, которые приводят к утечкам промывочной жидкости, что снижает долговечность героторного механизма.

Задачей настоящего изобретения является создание многозаходного героторного механизма винтовой гидравлической машины с равномерным натягом во всех фазах контакта зубьев статора и ротора, что обеспечивает

повышение надежности и долговечности механизма.

Поставленная задача решается за счет того, что в известном многозаходном героторном механизме винтовой гидравлической машины, содержащем элементы в виде статора с внутренними винтовыми зубьями, выполненными из упругоэластичного материала, например из резины, и ротора с наружными винтовыми зубьями, причем число зубьев статора на единицу больше числа зубьев ротора, ось статора смещена относительно оси ротора на величину эксцентричности, равную половине высоты зубьев, а торцовый профиль зубьев одного из элементов выполнен как огибающая исходного контура рейки, очерченной эквидистантой укороченной циклоиды со смещением, согласно изобретению торцовый профиль зубьев другого элемента выполнен в виде эквидистанты огибающей первого элемента при обкатывании без проскальзывания их центроид, а величина эквидистантности составляет половину величины диаметрального натяга в зацеплении.

Такое выполнение героторного механизма позволяет создать равномерный натяг между всеми зубьями статора и ротора во всех фазах зацепления, повысить энергетическую характеристику за счет уменьшения утечек жидкости, увеличить запасы на износ зубьев и повысить долговечность героторного механизма.

На фиг.1 показан общий вид многозаходного героторного механизма винтовой гидравлической машины в продольном разрезе;

на фиг.2 приведено поперечное сечение механизма по линии А-А;

на фиг. 3 показан в увеличенном масштабе торцовый профиль зубьев одного из элементов механизма (статора) и профиль исходного контура рейки;

на фиг. 4 показаны в увеличенном масштабе торцовые профили зубьев статора, огибающей статора и зубьев ротора.

Многозаходный героторный механизм винтовой гидравлической машины (фиг.1) содержит два элемента: статор 1 с внутренними винтовыми зубьями 2, выполненными из упругоэластичного материала, например из резины, и металлический ротор 3 с наружными винтовыми зубьями 4. Число  $Z_1$  зубьев 2 статора 1 выполнено на единицу больше числа  $Z_2$  зубьев 4 ротора 3 (фиг.2), а ось  $O_1$  статора 1 смещена относительно оси  $O_2$  ротора 3 на величину эксцентричности  $a_{12}$ , равную половине высоты  $H$  зубьев.

Торцовый профиль зубьев одного из элементов, например статора 1, выполнен как огибающая исходного контура рейки 5, очерченной эквидистантой укороченной циклоиды 6 со смещением  $\Delta h_1$ . Укороченная циклоида 6 образуется точкой М круга 7, катящегося без скольжения по оси  $y_{pt}$  (фиг.3).

Координаты  $x_{pt}$ ,  $y_{pt}$  и угол профиля  $\alpha_{pt}$  исходного контура рейки 5 рассчитываются по уравнениям

$$x_{pt} = -r \cos \psi_p + r_y \sin \alpha_{pt}$$

$$y_{pt} = r \psi_p \cos \psi_p + r_y \cos \alpha_{pt}$$

R U 2 1 9 4 8 8 0 C 2

$$\operatorname{tg} \varphi_{pt} = \frac{r - a \cos \varphi}{a \sin \varphi},$$

где  $a$  - радиус производящей окружности, равный эксцентриситету  $a_{w12}$  (межосевому

расстоянию) героторного механизма;

$r$  - радиус катящейся окружности;

$r_w$  - радиус эквидистанты укороченной циклоиды;

$\varphi_p$  - текущий угловой параметр рейки.

Образованный от исходного контура рейки 5 торцовый профиль зубьев 2 одного из элементов (статора 1) описывается уравнениями, определяющими координаты точки В профиля  $x_1, y_1, r_1$  и углы  $\xi_1, v_1, \delta_1$ :

$$x_1 = (x_p + r_w + \Delta h_1) \cos \varphi_1 - (y_p r_w \varphi_1) \sin \varphi_1;$$

$$y_1 = (x_p + r_w + \Delta h_1) \sin \varphi_1 + (y_p r_w \varphi_1) \cos \varphi_1;$$

$$\Phi_1 = \frac{y_{pt} - c_{pt} + \Delta h_1 \operatorname{tg} \varphi_{pt}}{r_{w1}},$$

$$\delta_1 = \arctg \left( \frac{y_1}{x_1} \right);$$

$$r_1 = \sqrt{x_1^2 + y_1^2};$$

$$v_1 = \alpha_{pt} \varphi_1;$$

$$\xi_1 = v_1 - \delta_1,$$

где  $r_w$  - радиус делительной окружности статора 1,  $r_w = Z_1$ ;

$\Delta h_1$  - смещение исходного контура рейки 5 от делительной окружности статора  $r_w$ ;

$\varphi_1$  - угол поворота системы координат, связанной со статором 1, по отношению к положению, показанному на фиг.3;

$\delta_1$  - полярный угол текущей точки профиля статора 1;

$\xi_1$  - угол между направлением касательной к профилю и полярным радиусом-вектором;

$v_1$  - угол между направлением касательной к профилю и осью ординат  $O_1 X_1$ .

Профиль другого элемента механизма - ротора 3 выполняется в виде эквидистанты огибающей 8 статора 1 (фиг.4), которая образуется при обкатывании центроиды 9 ротора 3 радиуса  $R_{w2} = a_{w12} Z_2$  по центроиде 10 статора 1 радиуса  $R_{w1} = a_{w12} Z_1$ .

Координаты  $x_{oc}, y_{oc}$  точек огибающей 8 статора 1 рассчитываются по формулам

$$x_{oc} =$$

$$x_1 \cos(\varphi_{02} - \varphi_{01}) - y_1 \sin(\varphi_{02} - \varphi_{01}) - a_{w12} \cos \varphi_{02};$$

$$y_{oc} =$$

$$x_1 \sin(\varphi_{02} - \varphi_{01}) + y_1 \cos(\varphi_{02} - \varphi_{01}) - a_{w12} \sin \varphi_{02};$$

$$r_{oc} = \sqrt{x_{oc}^2 + y_{oc}^2};$$

$$\delta_{oc} = \arctg \left( \frac{y_{oc}}{x_{oc}} \right);$$

$$\xi_{oc} = v_1 - \delta_{oc} - (\varphi_{02} - \varphi_{01});$$

$$\Phi_{01} = v_1 - \arccos \left( \frac{r_1 \cos \xi_1}{a_{w12}} \right);$$

$$\Phi_{02} = \left( \frac{x_1}{z_1 - 1} \right) \cdot \Phi_{01}.$$

где  $\varphi_{02}, \varphi_{01}$  - углы поворота систем координат, связанных соответственно с ротором 3 и статором 1.

Координаты  $x_2, y_2, r_2$  и углы  $\xi_2, v_2, \delta_2$  в текущей точке С торцового профиля зубьев 4 ротора 3 как эквидистанты огибающей 8 статора 1 рассчитываются по формулам:

$$x_2 = x_{oc} + \frac{\Delta}{z} \sin \nu_2;$$

$$y_2 = y_{oc} + \frac{\Delta}{z} \cos \nu_2;$$

$$\nu_2 = v_{oc} = \xi_{oc} - \delta_{oc};$$

$$r_2 = \sqrt{x_2^2 + y_2^2};$$

$$\delta_2 = \arctg \left( \frac{y_2}{x_2} \right);$$

$$\xi_2 = v_2 - \delta_2,$$

где  $\Delta$  - диаметральный натяг в зацеплении,

$\xi_2$  - угол между направлением касательной к профилю ротора 3 и полярным радиусом-вектором;

$v_2$  - угол между направлением касательной к профилю ротора 3 и осью ординат  $O_2 X_2$ ;

$\delta_2$  - полярный угол текущей точки С профиля ротора 3.

Возможен и такой случай, не показанный на чертежах, когда в виде огибающей исходного контура циклоидальной рейки 5 выполнен торцовый профиль зубьев другого элемента механизма - ротора 3. В этом случае профиль статора 1 выполняется как эквидистанта огибающей профиля ротора 3 при обкатывании центроиды 10 статора 1 радиуса  $R_{w1} = a_{w12} Z_1$  по центроиде 9 ротора 3 радиуса  $R_{w2} = a_{w12} Z_2$ .

В верхней части статора 1 героторного механизма выполнена резьба 11 для присоединения к колонне бурильных труб (не показана), в нижней части статор 1 снабжен резьбой 12 для присоединения к корпусу опорного узла, а в нижней части ротора 3 выполнена резьба 13 для соединения с валом опорного узла (корпус и вал опорного узла не показаны).

Многозаходный винтовой героторный механизм гидравлической машины работает следующим образом. Винтовые зубья статора 1 и ротора 2 образуют замкнутые винтовые камеры. Промывочная жидкость, подаваемая с поверхности по колонне бурильных труб, поступает в героторный механизм, ротор 3 которого под действием неуравновешенных гидравлических сил совершает планетарное движение относительно статора 1, при этом происходит качение без проскальзывания рабочих центроид 9 и 10 статора 1 и ротора 3. Ось  $O_2 O_2$  ротора 3 вращается вокруг оси  $O_1 O_1$  статора 1 по окружности радиуса  $a_{w12}$ , а сам ротор 3 поворачивается относительно своей оси  $O_2 O_2$  в противоположном направлении.

В описываемом героторном механизме во всех зонах контакта зубьев (фиг.4) обеспечивается равномерный натяг, показанный в увеличенном масштабе заштрихованными областями (I, II, III, IV), что обеспечивает уменьшение утечек жидкости, создает равномерный запас на

износ по вершинам, впадинам и боковым сторонам зубьев героторного механизма, в результате чего повышается долговечность гидравлической машины.

**Формула изобретения:**

Многозаходный героторный механизм винтовой гидравлической машины, содержащий элементы в виде статора с внутренними винтовыми зубьями, выполненными из упругоэластичного материала, например из резины, и ротора с наружными винтовыми зубьями, причем число зубьев статора больше числа зубьев ротора на единицу, ось статора смещена

относительно оси ротора на величину эксцентрикитета, равную половине высоты зубьев, а торцовый профиль зубьев одного из элементов выполнен как огибающая исходного контура рейки, очерченной эквидистантой укороченной циклоиды со смещением, отличающейся тем, что торцовый профиль зубьев другого элемента выполнен в виде эквидистанты огибающей первого элемента при обкатывании без проскальзывания их центроид, а величина эквидистанности составляет половину величины диаметрального натяга в зацеплении.

15

20

25

30

35

40

45

50

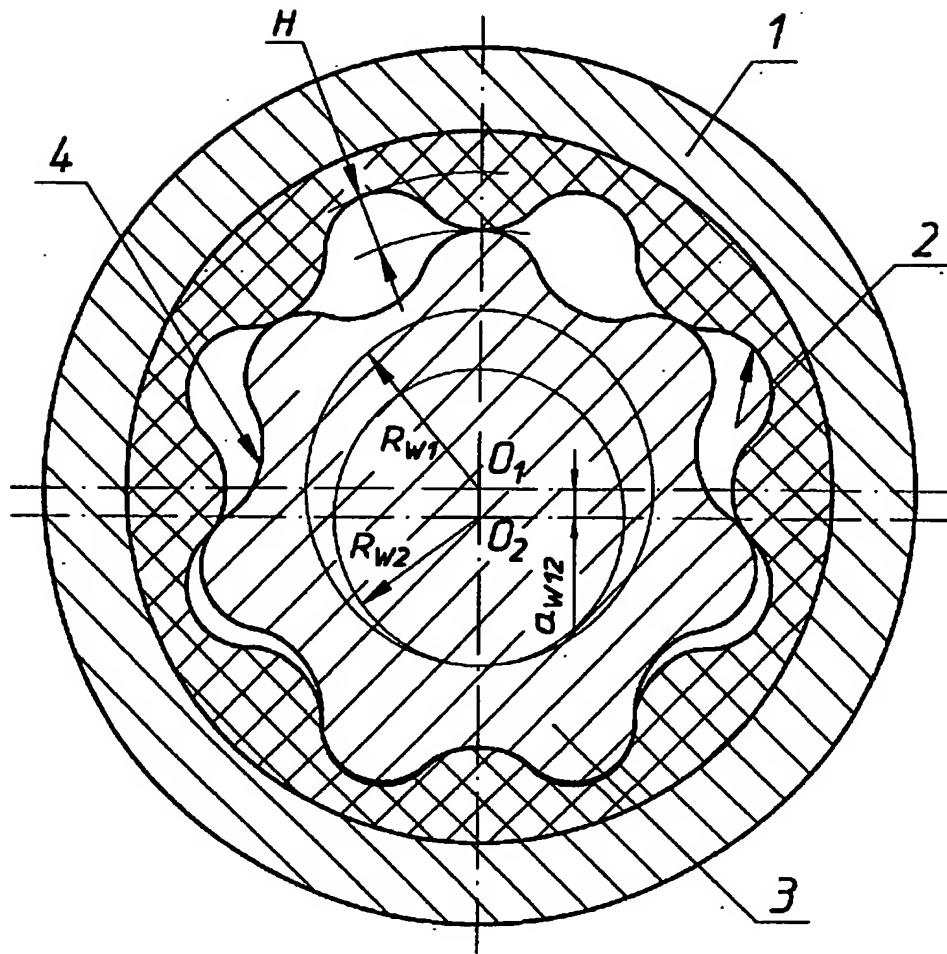
55

60

R U 2 1 9 4 8 8 0 C 2

R U 2 1 9 4 8 8 0 C 2

A-A  
поворнуто

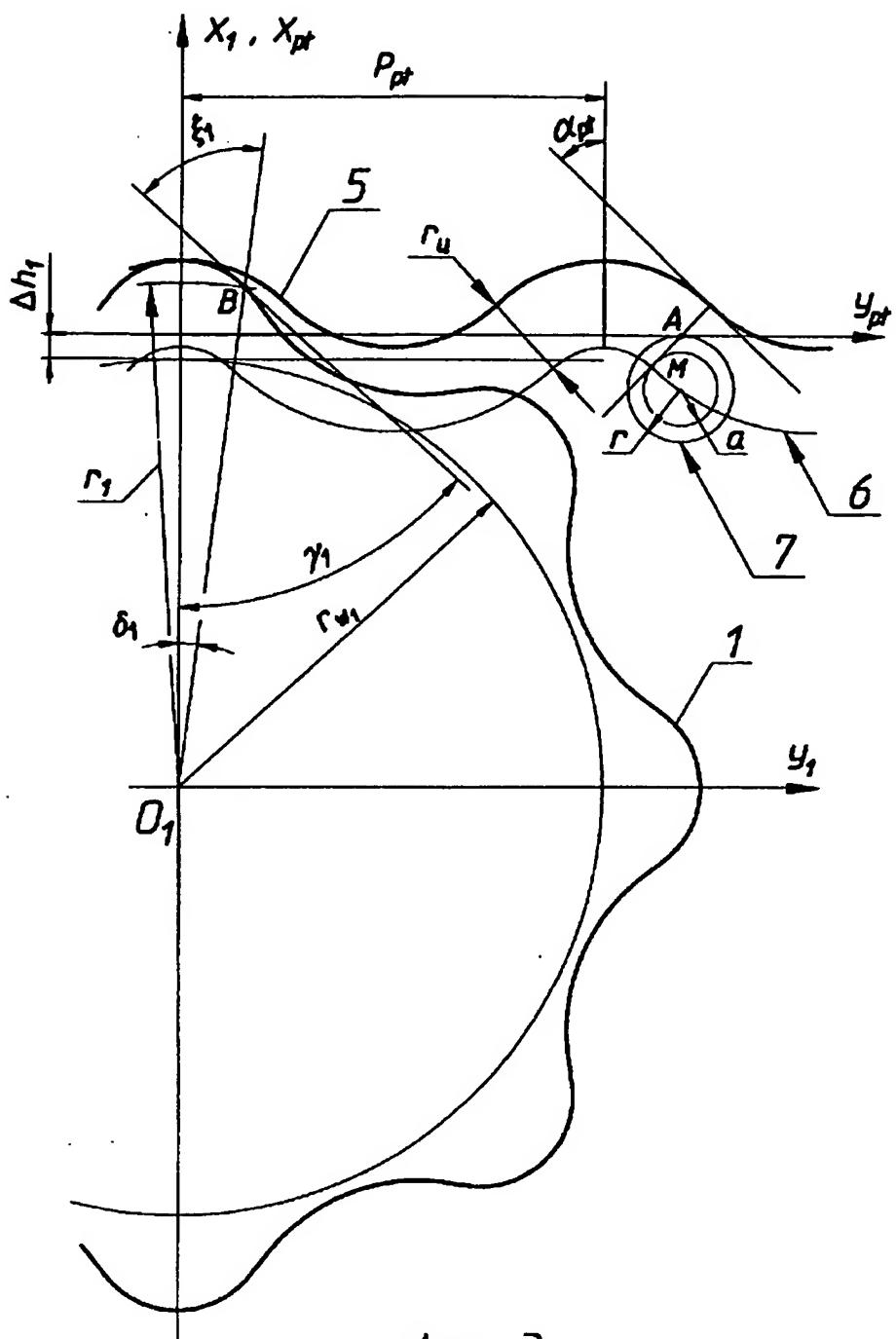


Фиг. 2

R U 2 1 9 4 8 8 0 C 2

R U 2 1 9 4 8 8 0 C 2

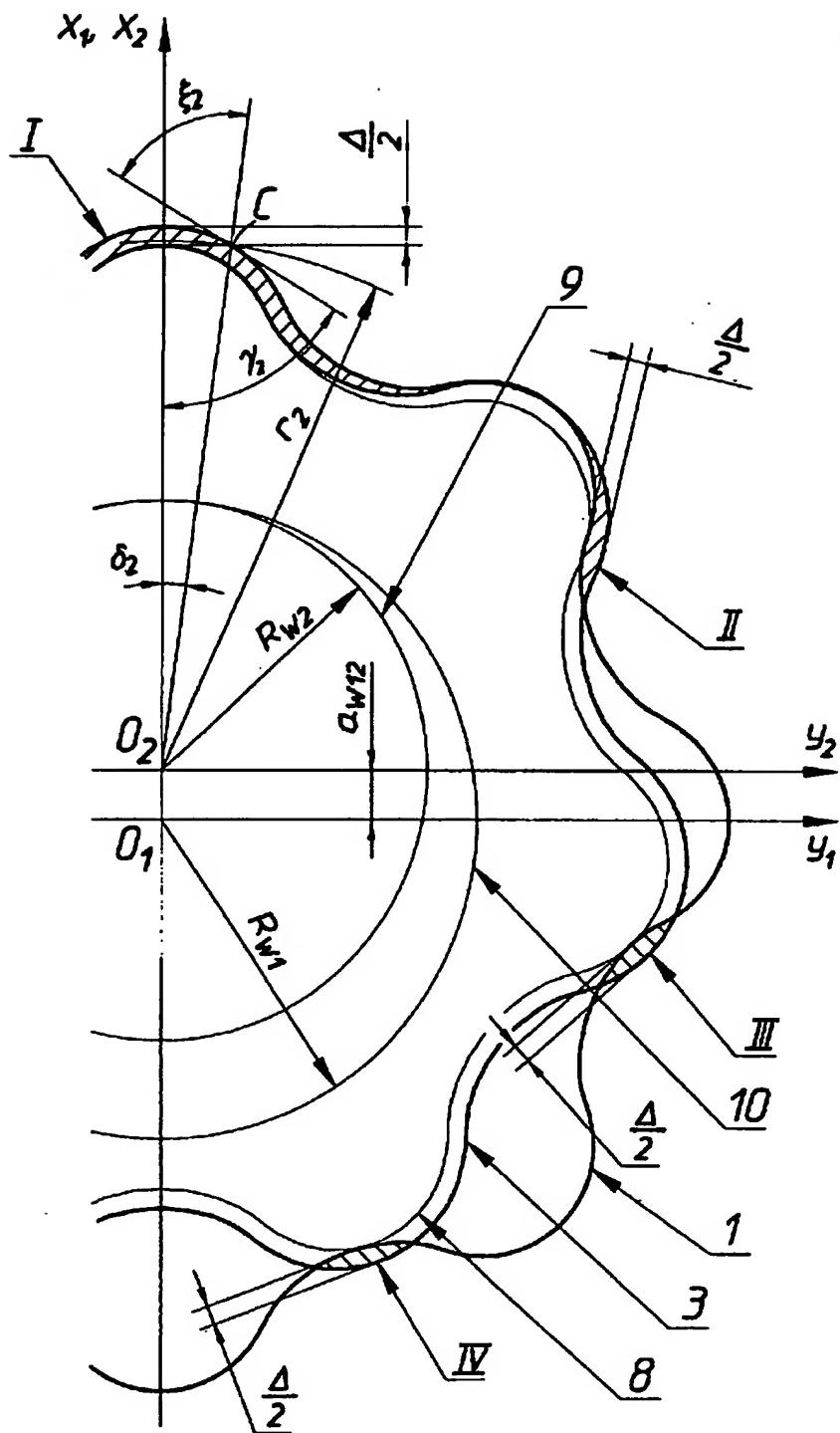
R U 2 1 9 4 8 8 0 C 2



Фиг. 3

R U 2 1 9 4 8 8 0 C 2

R U 2 1 9 4 8 8 0 C 2



Фиг. 4

R U 2 1 9 4 8 8 0 C 2